直播信号在 CCTV 4K 超高清播出系统中的传输运用研究

潘炳顺
（桐庐县融媒体中心，浙江 杭州 311500）

摘　要：随着直播技术的进步，4K 超高清在线制作技术和转播技术随之快速发展。观众对视频清晰度的需求不断增加，让整个视频影像行业发生了翻天覆地的变化。中央 CCTV-4K 超高清频道的开播，促进了科技圈和文化圈的互相融合。本文将对 CCTV 4K 超高清播出系统的传输运用进行分析，研究 4K 直播节目的信号回传调度、直播信号在播出系统中的切换处理及 CCTV4K 直播中运行时出现的问题和应急方法，重点分析 CCTV 4K 超高清播出系统传输技术及该系统中存在的问题。

关键词：CCTV；4K 超高清播出系统；传输技术；直播；直播信号；4K 视频　　**中图分类号：**TI948.1　　**文献标识码：**A
文章编号：1671-0134（2021）02-117-03　　**DOI：**10.19483/j.cnki.11-4653/n.2021.02.035
本文著录格式：潘炳顺 . 直播信号在 CCTV 4K 超高清播出系统中的传输运用研究 [J]. 中国传媒科技，2021（02）：117-119.

导语

4K 超高清电视具有高分辨率、高动态范围、宽色域、高帧率及三维声等特点。可以带给观众身临其境的视听盛宴，同时 4K 超高清也是广播电视台今后发展的重要指针方向。如今科技信息技术的水平不断提高，电视超高清播放技术经多年的发展，已经从传统的模拟形式，经历数字化改变、标清模式改变、高清模式改变到超高清模式的巨大变化。同时经过在电视台节目中出现了录播和直播两种呈现方式，一种是经过前期节目策划、拍摄、制作，结合剪辑师编写最后形成节目文件送播电视台播出。另一种是通过超高清摄像机加现场实时状况进行拍摄，结合直播信号互传道电视台内直播室进行加工播，最后进行播出。不过这样两种播放方式前者没有后者真实，且后者给予观众超强的互动性及黏性，给予观众一种现场感，让观众真实地认识到节目中内容的真实性。但相反的是，节目直播比录播要困难不少，针对拍摄的要求也高上不少。

随着 CCTV 4K 超高清视频技术在各种体育赛事上试用播出，发现其 4K 超高清技术不管在什么困难场景应用下，都能够成功地完成现场直播。接下来主要介绍直播时，CCTV4K 超高清播出系统中的前方信号回传调度、信号的切换处理和播出运行中直播试线流程及应急对策。

1. CCTV4K 超高清视频播出系统建设

CCTV4K 超高清视频播出系统建设，需要依照我国相关的技术标准，设计出一种能够聚集管理能力、监控能力及播出能力为一体的 4K 超高清视频播出系统。[1] 之后利用自动化硬盘，通过相应控制软件控制播出，连接高清电视节目进行串联播出，同时还能够对视频实施控制。其主要亮点分为三部分：

1.1　CCTV4K 超高清播出系统新型技术应用

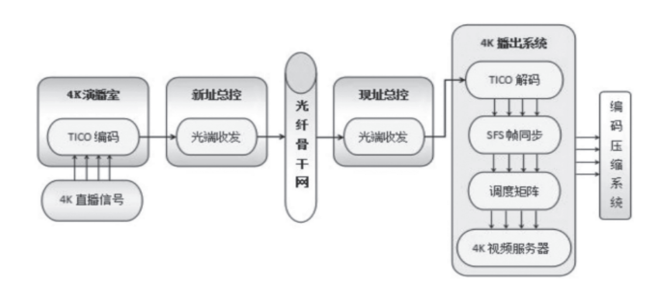
CCTV4K 超高清视频播出系统，利用 4K 新型技术通过编排，在文件管理加入业务流程。在利用虚拟基础架构，统一提升 4K 视频文件的转码技术、带宽速率和质检运算能力。通过加强视频数据的监控、故障排查、分析处理等基础资源配置优化改善，来增强 4K 超高清视频的播放。最后利用视频基带信号，进行 IP 化传输，经过封装融入音频和视频的基础架构中。结合 IT 交换机或物理线路间接，为 4K 超高清视频的传输提供高频率带宽支撑，为其他工作人员提供便利。

1.2　提升 4K 视频播出质量

新型超高清 4K 显示技术的融入，让 4K 超高清播出系统在电视节目的播出质量有了显著地提升。其 4K 超高清主要体现在：数字量化、三维声音频、分辨率及色域等方面。此外由于传统硬盘的多通道自动播出系统，能够有效地满足 4K 超高清播出系统的使用，所以在不同的节目形式中，可以进行不同的直播。当然也可以通过自动方式或者手动形式，让电视节目通过 4K 超高清播出系统按照排序方式进行播出。[2] 其主要播出形式是通过直播信号回传、硬盘及光盘等文件形式播出。

1.3　灵活性高

4K 超高清播出系统，采用以往的单驱动播出形式对节目进行播出。可以通过通用的播出平台架构，让现有的 4K 超高清播出系统结合 IT 交换机，利用数据资源和模块进行有效融合，进一步促进超高清播出系统的业务灵活扩展。同时 4K 超高清播出系统结合了当下新兴起的科学技术和业务水平，在软件架构构建方面，得到服务器及虚拟化技术的支持，带动 CCTV4K 超高清播出系统在电视节目中的灵活扩展。



2. 直播信号回传及调度

CCTV4K 超高清播出系统的传输，利用 4K 超高清摄像机，对现场状况进行实时拍摄。结合传输线缆直接传输到 4K 导播间或者转播车之中。之后将 4K 超高清视频

直播信号进行转换，利用光纤技术和卫星网络，直接传输到总控演播室进行直播信号处理。最后将信号传送至总控，与此同时，直播信号会经过解码分析、分配及调度，通过电视播出系统将4K超高清视频直播信号传输到压缩编码的系统之中，至此再上传到网络中。[3]不过如今阶段的直播信号，虽然能够进行调度选取解码，利用周边设备进行处理，实现直播信号传输。但是也需要对其周边设备中的构架进行处理调整，最后确保直播信号能够有效稳定的调度传输。

3. 直播信号切换处理

3.1 4K超高清直播信号的处理系统总体框架设计

为保障直播信号能够稳定传输，使得4K超高清视频平稳播出，对视频服务器的自身性能有着较高的要求。而4K超高清播出系统，在进行搭建的时候，采用的是主备链路设计和异构设计，所以在进行数据传输时通过传统的信号基带链路为主线路，将新型的IP化信号传输链路设为备线路。这样一来，即使两者之间都采用4选1的切换开关为4K超高清视频播出系统的应急切换，也能够让两者保持既相互独立有相互联系的状况。[4]当其他的直播信号接入CCTV4K超高清播出系统后，会由解码器将压缩的SDI信号转换成4K信号，经过一系列的转换同步操作之后，传送至主备链路。

3.2 直播信号链路分析

直播信号下的主备链路是不相同的。直播信号的主路是根据基带矩阵进行直接调度形成，通过视频服务器，传输制作人员，进行添加台标、搭配文字字幕及时间等图标。最后经过主路播出通过视频服务器，将直播信号传输到分配板卡上，进行直播信号分配。接着送给主路4选1切换开关和备路之中做应急。经过调整之后，由末级视频分配板卡进行分配传输给信号总控。

但直播信号下的备链路不同，它是通过IP网关的基带，直接对信号进行封装处理。再通过调整IP网关矩阵，将直播信号传输至播出服务器。最后经过切换开关，和IP网关进行基带解封装，交于信号分配，最后由末级视频分配板卡后传输至总控。[5]

3.3 IP化设备链路

CCTV4K超高清播出系统，由于其4K直播信号传输的特殊性，让4K超高清播出系统构建了一些关键的技术和设备。以通用交换机，经过IP网关进行数据传输，对直播信号进行调节控制，进而实现在通用交换机中，直播信号由少点到多点的数据传输，使得网络负载能力大大降低。

3.4 CCTV4K超高清播出系统的兼容性

4K超高清播出系统目前还处于发展阶段，所以4K超高清和高清播出系统，两者之间的差别主要是在高分辨率、动态、色域等三方面。然而高动态和色域对系统的兼容性要求比较复杂。当前的高动态和色域，在节目之中的拍摄、制作和播出方面都很成熟，但唯独在部分电视终端上效果并不是太过明显。所以在CCTV4K超高清播出系统中，高动态和色域的兼用至今还没有得到有效的解决。[6]

4. CCTV4K超高清播出系统构架的关键性技术分析

4.1 高帧率播控技术

高频率播控技术，也就是根据传统高清播出系统的25帧/s为超高清播出控制技术为基础架构，进行优化和加强的一种播控技术。而4视频最常见的帧率是60帧/s，也就是一秒中将同一个换面播放60次。传统的高清播出系统就是4k超高清播出系统架构的基础要求。同时也可以使4K超高清播出软件对播出单中文件素材的入出点给予准确识别和定位。[7]

4.2 4K超高清播出系统控制切换技术

直播音频或视频链路中，通过播出信号连接视频主备播出服务器或者异构备播服务器为直播视频播出提供播出途径。最后通过4选1的主备倒换器，进行配置同步帧数，实现净切换技术的相关功能，实现4K超高清视频直播信号的净切换。[8]

4.3 无压缩IP流播出系统技术

基于4K超高清播出系统的传输，通过无压缩IP流架构及虚拟化播出模式，利用万兆交换机和控住数据交换的网络架构，建立IP播出系统主干平台，以便提供给各播出频道IP的分发控制及信号的传输调度。

5. 直播信号CCTV4K超高清播出运行时的试线及应急措施

5.1 4K超高清直播信号试线

直播信号的安全性及稳定性测试，事关CCTV4K超高清播出系统的构建。所以在进行超高清直播节目进行播出前，一定会针对直播信号线路进行各方面的功能检测。确保通过演播室传输后的直播信号，显示为正常状态。而其主备线路情况，可以根据示波器设备，查看分析直播信号在播出时的频次波形，对CCTV4K超高清视频直播是否存在影响，并加以改善。不过超高清播出系统中的主备线路构架方式不同，所以在进行直播信号播出时，需要进行切换调度。在直播前进行试线时，需要对其直播信号，通过不同的示波器，进行主路SDI输出和备路网关输出信号，进行检测。若是在试线中，发现直播信号存在技术问题或配置问题，那么可以通过其他途径进逐一检测是哪一环节信号出现异常，逐步排除故障。

5.2 4K超高清视频直播播出时应急操作

为保障直播视频在播出不会受到影响，所以在运行4K超高清播出系统进行信号传输时，专业技术人员，就会对直播信号的安全性和稳定性进行检测。如果发现直播信号或者播出系统设备出现问题，就能够迅速做出处理和调整。通常，直播信号传输到总控室后经过总控的检测再传输到超高清播出系统主直播信号中。最后随着播出视频服务器系统播出。这样一来，直播备份信号与主播出新信号一致同步，可以使得CCTV4K超高清视频播出出现问题时，能够第一时间进行应急操作处理。[9]

6. CCTV4K超高清播出存在的问题

6.1 转化问题

传统的高清电视播出使用的服务器，是通过文件的形式进行播出。其播出文件为标清模式，码率仅为14Mb/s左右、

单频能够达到 50Mb/s。但是与 4K 超高清播出文件的码率比起来要低不少。就目前来看，4K 超高清视频播出文件普遍采用的是 500Mbpds，比传统的单频要高上 10 倍左右。

6.2 传输问题

对即将播出的节目，一般传统的方式是采用网络化方式送播，通过各主干平台传输到其他网络中进行播放。而 4K 超高清视频文件存储容量较大，所以针对的传输速率要求也比较高。所以传统的传输送播方式，虽然能够使用在 4K 超高视频文件中，但是这会使得播出系统的负载能力逐步增强。不过在不改变传输速率的情况下，对直播信号进行传输，还会对节目造成不必要的影响。

6.3 信号传输问题

对于 CCTV4K 超高清视频电视信号，传输速率高达 12Gb/s，对电缆的传输速率能力有着相对较高的要求，在相同的传输线路之中，直播信号传输之间的距离长短会影响播出系统对 4K 超高清信号的传输问题。针对此问题，可以通过 IP 交换机的传输方式，进行 4K 信号传输，也可使用万兆交换网络或端口，通过压缩的方式保障信号传输满足 CCTV4K 超高清视频的要求。

7. CCTV4K 超高清播出问题的解决方法

随着近两年 CCTV4K 超高清视频播放的不断发展，超高清电视逐步走进千家万户，慢慢地取代了传统的播出系统。同时大部分电视台已经开始逐渐往 4K 超高清播出系统转变。但 CCTV4K 超高清电视播出技术，在实践应用过程中需要对系统及设备的稳定性进一步地完善。可以从以下几个方面进行解决。

7.1 针对 4K 超高清播出系统架构

尽管需要传统电视的播出架构，融合主流技术，构建 4K 超高清电视播出系统。但其内部系统需要互联平台进行视频文件素材进行交叉播出。再经过总控演播室制作系统，利用 IP 网关对直播信号进行调度切换，之后经过一系列审核转化之后，交至 4K 超高清播出系统，向全网媒体平台分发播出。同时该超高清播出系统的构架，不仅支持 4K 视频文件的播出，还能够有效地实施直播及高清频道的播放要求。

7.2 信号播出

通过建设好的 CCTV4K 超高清播出系统，可以为观众呈现出更加好的节目。但是该播出系统对信号的传输要求比较高，带宽和存储上同样如此。考虑到 4K 超高清播出系统，在电视节目播出时，通过收集直播信号，将节目数据制作并存储，分发到各个信号终端等众多问题。其中最为重要的一个问题，就是信号的传输问题，虽然 4K 超高清视频，可以通过原码在正常状态下进行传输，但其传输速率有 12GB/s 左右。而我国现如今普遍的信号传输速率仅有 2Gb/s 不到，所以想要 4K 超高清视频能够高效稳定地进行信号传输，就需要利用 IP 封装来完成 4K 超高清视频信号传输。另一个需要调整的问题是可以经过带宽进行信号传输，但是在传输前需要对其新信号进行压缩处理，最后再传输。

7.3 全媒体平台分发

4K 超高清播出系统构建，可以利用全媒体网络平台进行分发实现，比如常见的社交软件和 App、门户网站等平台，统一分发，有效结合观众自身的喜欢，进行内容推荐播出。也可结合自身的需求进行选择点播或直播，实施精准推送。

7.4 向 IP 转化转型

可以通过有线网络或者 WIFI 进行传输。如今已经有部分传统的音视频设备厂商开始逐渐向 IP 化进行转型尝试，构建符合自身发展的 IP 矩阵模式。随着相关的规范条文逐渐改善，通过建设 4K 超高清播出系统，不仅加快了 IP 化的转型，还拆分了传统的网络播出架构，为音视频提供了更多的信号传输通道，保障 4k 超高清视频在信号出传输中的质量问题。

结语

直播信号的传输调度，CCTV4K 超高清播出系统的传输，结合 IP 化封装技术和解封装技术、虚拟化应用等先进的技术，使得我国电视行业技术有了一个突破，同时指明了未来传统电视技术的发展方向。4K 超高清播出系统运行还算平稳，调度传输信号处于高效状态，各个环节配合非常默契。在大众消费提升的背景下，未来 4K 超高清视频产业将会不断地更新发展，使得电视直播节目的制播变得更加便捷高效，越来越好。媒

参考文献

[1] 许斌 . 直播信号在 CCTV 4K 超高清播出系统中的传输应用 [J]. 现代电视技术，2019（5）：134-137.
[2] 唐可 . 国内首个上星 CCTV-4K 超高清频道演播室音频系统的设计与创新 [J]. 现代电视技术，2019（6）：60-64.
[3] 高海珠 .TICO 编解码器在 4K 超高清播出系统中的应用 [J]. 数字通信世界，2020（9）：31-35.
[4] 李天校 .OTT 及 4K 播出系统平台的搭建与实现 [J]. 中国有线电视，2019（3）：266-269.
[5] 周学东 .CCTV 4K 超高清播出系统 IP 链路浅析 [J]. 现代电视技术，2019（9）：46-50.
[6] 王磊 .4K 超高清电视在传统播出中面临的问题及系统建设研究 [J]. 传媒论坛，2020（6）：51-51.
[7] 杨开红 .4K 超高清电视播出系统分析和研究 [J]. 中国有线电视，2020（6）：610-612.
[8] 高海珠 .4K 超高清播出系统网络安全架构及智能化安全预警平台设计 [J]. 现代电视技术，2020（7）：120-124.
[9] 张娟 .4K 超高清播出系统的关键点探讨 [J]. 现代电视技术，2018（6）：68-73.

作者简介：潘炳顺（1983- ），男，浙江桐庐，工程师，研究方向：广播电视。

（责任编辑：胡杨）